

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

УДК 621.77

**А. В. СТЕПАНЕНКО, докт. техн. наук,
В. А. КОРОЛЬ, канд. техн. наук,
В. А. ТОМИЛО (БГПА)**

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БАЛКИ КАРТЕРА ВЕДУЩЕГО МОСТА ИЗ ТРУБЧАТОЙ ЗАГОТОВКИ

Основным потребителем черных и цветных металлов в настоящее время является автомобилестроение. Единственный путь увеличения объема производства и повышения качества выпускаемой продукции при ограниченных природных ресурсах — разработка новейших технологий, позволяющих максимально повысить ресурс машин, узлов и агрегатов при минимальной их металлоемкости. Балка картера — одна из наиболее металлоемких и нетехнологичных деталей современного автомобиля, от надежности, прочности и жесткости которой во многом зависит его работоспособность.

Ведущие мосты автомобилей и автопоездов различного назначения разнообразны по конструкции. В настоящее время наметилась устойчивая тенденция к сокращению использования неразъемных и разъемных кожухов мостов, расширилось применение мостов банджо. Последний представляет собой ведущий мост, у которого картер главной передачи является самостоятельным узлом, соединенным с цельной балкой ведущего моста крепежными деталями. Мосты банджо применяют практически на всех грузовых автомобилях (особенно грузоподъемностью 4 т и выше) и на некоторой части легковых. Кожухи полуосей мостов банджо, являясь составной частью цельной балки, имеют переменное сечение, увеличивающееся при приближении к месту установки картера главной передачи. Причем характер изменения поперечного сечения кожуха ведущего моста диктуется не только прочностью и жесткостью, но и конструкцией рамы и подвески.

Несмотря на то что в настоящее время наибольшее распространение получили штампосварные мосты банджо (особенно для

большегрузных автомобилей), они имеют ряд недостатков. Основной — большое количество сварных швов. Особенно опасно для прочности изделия их перехлестывание. Как показала практика эксплуатации большегрузных автомобилей, до 70 % случаев преждевременного выхода из строя балок ведущих мостов происходит из-за разрушения в районе сварных швов. Кроме того, штамповарные мосты требуют громоздкого и дорогостоящего оборудования (КГШП, сварочные автоматы).

Наиболее перспективным направлением получения картера заднего моста считается технология изготовления картеров из трубы. Существует достаточно большое количество способов раздачи трубчатой заготовки преимущественно жидкими и эластичными средами [1—5]. Возможность изготовления картеров мостов банджо по этим технологиям подтверждена экспериментально, однако на практике пока не получила большого распространения. Это связано с серьезными требованиями к технике безопасности, герметичности узлов оборудования, с высокой стоимостью, низкой надежностью и сложностью эксплуатации установок высокого давления. Основным ограничением применения гидроштамповки является большая энергоемкость холодного формообразования при высокой степени деформации. Нагрев заготовки в данном случае исключен, так как эластичные и жидкостные среды сохраняют свою работоспособность до небольших температур и, кроме того, при непосредственном контакте заготовки с деформирующей средой (в частности, жидкостью) будет происходить интенсивный теплообмен, приводящий к охлаждению заготовки. Поэтому только очень ограниченное число способов нашло промышленное применение, причем преимущественно для автомобилей малой грузоподъемности.

В научно-исследовательской лаборатории обработки материалов давлением Белорусской государственной политехнической академии разработан способ получения картера заднего моста автомобиля МАЗ из трубчатой заготовки наружным диаметром 180 мм с толщиной стенки 12—14 мм. Раздача трубной заготовки составной оправкой осуществляется в штампе на механическом кривошипном прессе усилием 2500—6300 кН. Для штамповки используется трубчатая заготовка (рис. 1), в центральной части которой выполнены два овальных технологических отверстия с противоположных сторон. Отверстия в заготовке служат для удаления избытка металла в центральной части заготовки и позволяют устанавливать дополнительный деформирующий инструмент, обеспечивающий подпор кромок и направление течения металла в процессе деформирования.

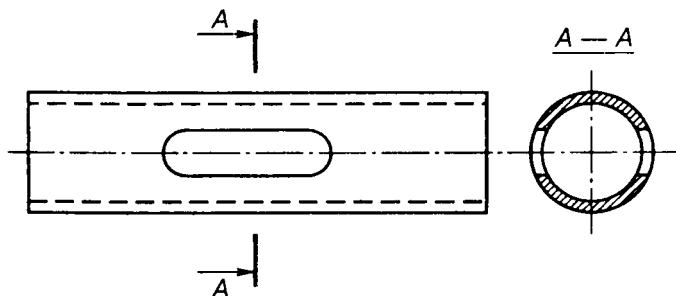


Рис. 1. Заготовка с центральным отверстием

Основное назначение деформирующих ножей — повышение пластичности металла путем приложения дополнительных сжимающих напряжений в сечениях заготовки, наиболее склонных к образованию трещин [6]. За счет изменения схемы напряженного состояния на кромках центрального отверстия возможности раздачи существенно повышаются, а опасность потери устойчивости заготовки, нагретой только в зоне деформации, полностью исключается.

Увеличение степени деформации в результате подпора кромок отверстия в заготовке можно оценить эмпирической зависимостью [7]

$$\epsilon_{\theta} = \epsilon_{\theta}^I (2,5 - 2D + 0,5D^2), \quad (1)$$

где ϵ_{θ} и ϵ_{θ}^I — предельная окружная деформация заготовки с подпором и без подпора кромок соответственно; $D = \frac{\sigma_{\theta} + \sigma_m + \sigma_n}{\sigma_s}$ — коэффициент жесткости Смирнова—Аляева (σ_{θ} , σ_m , σ_n — соответственно окружное, меридиональное и нормальное напряжения, σ_s — напряжение текучести).

Чтобы не допустить увеличения или уменьшения толщины стенки балки картера на кромках технологических отверстий, необходимо обеспечить условия:

$$\sigma_n = 0; \sigma_{\text{под}} = \sigma_m = -\sigma_{\theta}, \quad (2)$$

где $\sigma_{\text{под}}$ — давление, обеспечиваемое дополнительными деформирующими ножами.

Совместное решение выражений (1) и (2) позволяет установить, насколько подпор торцов технологического отверстия уменьшает предельный коэффициент раздачи

$$K_p = R_0 / R_{кр},$$

где R_0 — исходный радиус заготовки; $R_{кр}$ — приведенный критический радиус, соответствующий началу появления трещин на кромках технологических отверстий.

Как показали численные расчеты и экспериментальные исследования, проведенные на свинцовых и стальных заготовках, подпор кромок центрального отверстия уменьшает предельный коэффициент раздачи минимум в 1,5 раза.

Балки картера ведущего моста автомобилей семейства МАЗ целесообразно получать за две операции штамповки — раздачу трубчатой заготовки и окончательную формовку — калибровку. Совмещение этих операций на одной установке привело бы к неоправданному усложнению конструкции последней. Обе операции можно производить на одностипном оборудовании (листоштамповочный пресс), требующем незначительной переналадки при смене штамповой оснастки.

Штамп для раздачи (рис. 2) состоит из верхней и нижней плит 2, 16; двух пар ползушек 4, 9; многозвенной оправки, возвратных пружин 12, 13, 15; направляющих и клиньев 10, 14.

Заготовка представляет собой трубу 1 со сквозным пазом в центральной части, выполненным методом пробивки или фрезерования в виде вытянутой буквы *O*.

Заготовка нагревается только в центральной части — примерно 40—60 % общей длины. Оптимальным видом нагрева является индукционный.

Процесс получения балки картера осуществляется следующим образом. Нагретую заготовку помещают на консольно закрепленную оправку. Затем с помощью пневмоцилиндра поднимается запорная заслонка ползушки 6. Одновременно в паз заготовки помещается блок деформирующих ножей 3, закрепленных на плите нижнего выталкивателя, которая выполняет также роль опорной поверхности для нижних захватов 18 радиальных ползушек 9. Верхние захваты 19 запираются посредством подпружиненной плиты 16, подвешенной к ползуну. Затем в действие вступают четыре пары клиньев 10, 14, сообщающие поступательное движение радиальным и торцовым ползушкам, перемещающимся в направляющих 5, 17. В исходное положение ползушки возвращают пружинные механизмы 11.

Специфика оптимальной схемы нагружения требует перемещения одной пары ползушек по нелинейному закону. Однако это вызывает трудности с изготовлением и эксплуатацией оснастки. Принимая во внимание низкую надежность клинового механизма

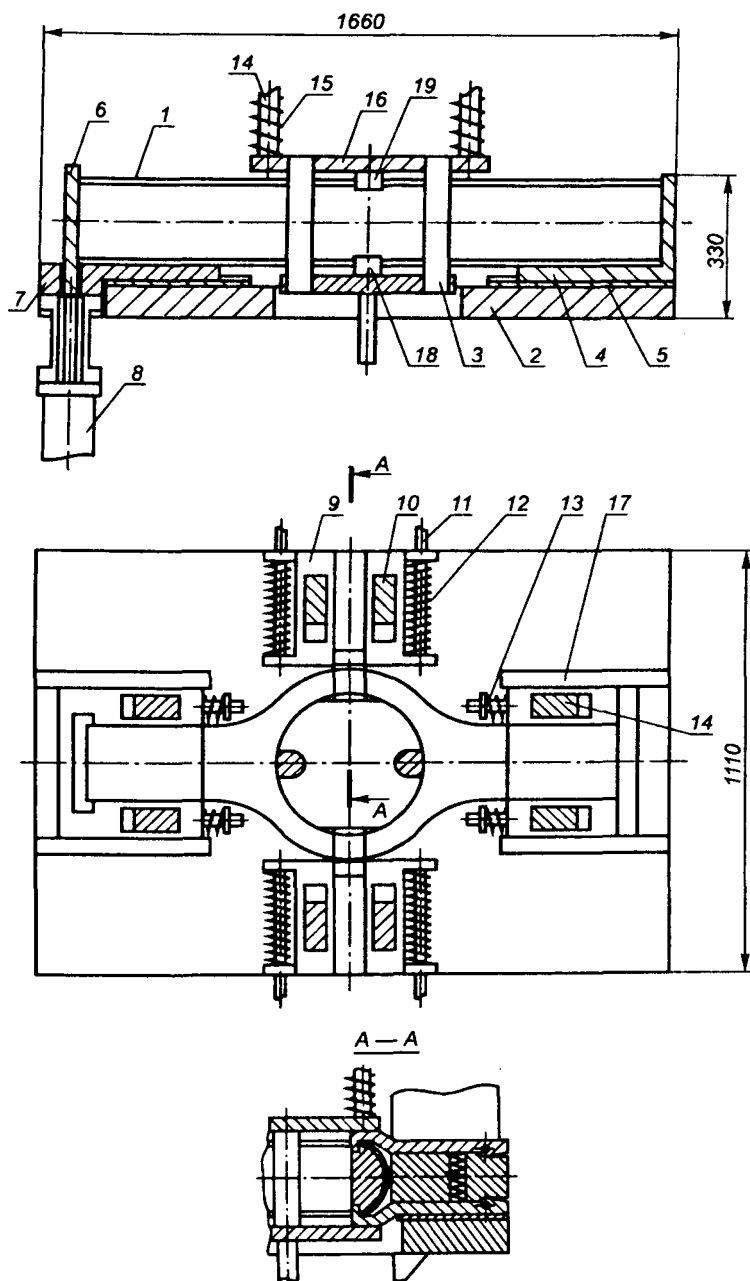


Рис. 2. Штамп для раздачи

с переменным профилем, целесообразно принять закон перемещения обеих пар ползушек линейным, но с разбежкой во времени. Сначала вступают в работу радиальные клинья, а затем — торцовые.

Во время загрузки заготовки в штамп и извлечения готового изделия из него оправка удерживается в вытянутом состоянии посредством пневмоцилиндра 8, размещенного на кронштейне 7 на станине прессы.

Оправка представляет собой симметричный шестизвенник, имеющий скругленные наружные поверхности с радиусом, равным внутреннему радиусу исходной заготовки.

Торцовое поджатие служит для создания схемы наиболее благоприятного напряженного состояния, блок ножей — для направления течения металла в ветви банджо.

Получение коробчатого профиля банджо за одну операцию связано со значительными трудностями. Поэтому на первом этапе банджо формируют полукруглого сечения с радиусом, равным радиусу исходной заготовки. Непосредственно прямоугольный коробчатый профиль изготавливают на втором этапе в калибровочном штампе.

Разработанная установка обеспечивает получение картера заднего моста непосредственно раздачей трубы в штампе и позволяет повысить коэффициент использования металла, производительность процесса и снизить трудозатраты на изготовление продукции по сравнению с известными технологиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исаченков Е. И. Состояние и перспективы развития холодной и горячей штамповки // Кузнечно-штамповочное производство. — 1972. — № 1. — С. 3—6.
2. Пат. 48-17981 Япония. Способ изготовления кожуха ведущей оси автомобиля. Оpubл. 02.06.73.
3. Пат. 61-27124 Япония. М. Кл. В21Д 22/10. Оpubл. 06.02.86.
4. А. с. 1292878 СССР. М. Кл. В21Д 41/00. Оpubл. в 1987. Бюл. № 8.
5. Пат. 61-7028 Япония. М. Кл. В21Д 39/20, В21Д 51/26. Оpubл. 13.01.86.
6. А. с. 1826246А1, В 21 D 41/02. Способ изготовления балки картера ведущего моста и устройство для его осуществления / А. В. Степаненко, Л. А. Исаев, В. А. Король, В. А. Томило.
7. Чумандин А. С., Глазков В. И. Предельные возможности получения равнотолщинных деталей раздачей трубчатых заготовок с подпором // Изв. вузов. Машиностроение. — 1984. — № 3.